

PRÁTICA DE EXERCÍCIO FÍSICO E FUNÇÃO COGNITIVO-MOTORA: UMA ORIENTAÇÃO GLOBAL NO CONTROLE DOS EFEITOS DO ENVELHECIMENTO. ESTUDO DE REVISÃO

Clarisse Biehl-Printes¹, Armando Costa¹, Paulo Malico de Sousa¹,
Valter Pinheiro¹, Nilton Terra²

Resumo: Objetivo: Nesta revisão de literatura foram valorizados os estudos relevantes datados desde 2003 sobre o impacto do exercício físico sobre a condição física e função cognitiva nas pessoas idosas fisicamente independentes. **Fonte de dados:** A busca bibliográfica foi conduzida nas bases PubMed, MEDLINE (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), CINAHL (<http://www.aacn.org>), SciELO (<http://www.scielo.org>), e Scholar-Google (<http://www.scholar.google.com>), utilizou-se a combinação dos termos: exercício físico, envelhecimento, idosos, capacidade funcional, cognitivo-motor, dupla-tarefa. **Conclusões:** No essencial programas que utilizem dupla-tarefa são altamente encorajados na prática convencional de forma assegurar a manutenção dessas qualidades, prolongando a independência funcional e melhorando a qualidade de vida das pessoas idosas.

Palavras-chave: exercício físico; envelhecimento; idosos; cognitivo-motor; capacidade funcional; dupla-tarefa.

Summary: Objective: In this literature review were conducted relevant studies dating from 2003 on the impact of exercise on physical fitness and cognitive function in physically independent elderly. **Data source:** A literature search was conducted on PubMed, MEDLINE (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), CINAHL (<http://www.aacn.org>), SciELO (<http://www.scielo.org>), and Scholar-Google (<http://www.scholar.google.com>), we used the combination of the terms: exercise, aging, elderly, functional capacity, cognitive-motor, dual-task. **Conclusions:** Essentially programs that use dual-task are highly encouraged in conventional practice in order to ensure the maintenance of these qualities, prolonging the functional independence and improving the quality of life of the elderly.

Key words:

1. Departamento de Ciências do Desporto. Instituto Superior de Ciências Educativas. Lisboa, Portugal.
2. Instituto de Geriatria e Gerontologia. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil.

Introdução

Uma das linhas de investigação em gerontologia que mais tem crescido nos últimos anos procura perceber se determinados tipos de treino têm uma influência positiva sobre o estado mental do indivíduo e, em particular, sobre o funcionamento cognitivo¹.

A literatura elucida a relevância do exercício físico aliado à saúde do idoso nomeadamente a prevenção e ao combate de fatores de risco associados a doenças crónicas e perda da adaptabilidade funcional^{2,5}. As numerosas e variadas evidências demonstradas nas últimas décadas em diversos estudos do efeito do exercício físico sobre a saúde física e mental do idoso sustentam hoje o reconhecimento da comunidade científica, médica e generalidade da sociedade civil em valorizar o papel da prática do exercício físico como indispensável para os cuidados e promoção da saúde e qualidade de anos de vida vividos e bem estar¹.

Nas práticas atuais do exercício físico orientadas ao envelhecimento tem sido dado uma ênfase particular à ideia de *aptidão física funcional*, considerada como a capacidade fisiológica da pessoa para realizar as atividades da vida diária de forma segura e independente e sem o estabelecimento de fadiga^{1,6}.

Atualmente o foco de interesse das pesquisas em motricidade humana no envelhecimento tem haver com a prática de exercício físico na capacidade de resposta do indivíduo frente a exigências motoras das tarefas do dia a dia¹. Na última década estudos tem evidenciado a importância da integração de práticas de exercício físico que promovam o condicionamento das funções físicas condicionais e coordenativas como a força, a condição cardiorespiratória, a flexibilidade, o equilíbrio a agilidade, com atividades que desafiem a função cognitiva, i.e. atenção, velocidade comportamental (reação), funções executivas, memória, denominando em motricidade humana como práticas de exercício físico e cognitivo-motor^{1,7-11}. As Intervenções cognitivo-motor são práticas que combinam a função cognitiva com a tarefa de exercício físico, por exemplo, força e equilíbrio exercem, juntamente com exercícios cognitivos para a realização de exercícios *dual-tasking*⁷. Nesse contexto as práticas cognitivo-motoras ou dupla-tarefa no envelhecimento surgem como práticas de natureza dirigida ao idoso promovendo uma maior consciência corporal subjacente no sentir, agir e pensar, experimentado ao longo das sessões, incidindo em aspetos psicoafectivos, cognitivos, físicos, sociais, interpessoais, da autonomia e ainda nas atividades da vida diária, o que, consequentemente, conduzirá a um aumento da qualidade de vida¹².

Numa perspectiva desenvolvimentalista do ser humano entende-se que para além dos achados científicos sustentarem a importância do exercício físico para saúde e bem-estar interessa também suportar os benefícios no funcionamento cognitivo e comportamento adaptativo da pessoa idosa¹.

De acordo com o exposto, este estudo tem como objetivo principal caracterizar, por meio de uma revisão da literatura, as propostas de intervenção

das práticas de exercício físico e cognitivo-motora às pessoas idosas no que representa a tendência do tipo de exercício adotado e a forma organizativa das sessões na atualidade. Nesta revisão de literatura foram valorizados os estudos relevantes desde 2003 cujo o interesse esteve direcionado para o conhecimento do efeito do exercício físico e atividades cognitivo-motoras com respostas à capacidade funcional e cognitiva como combate aos efeitos deletérios condicionais e neuromotores do envelhecimento.

A busca bibliográfica foi conduzida nas bases PubMed, MEDLINE (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), CINAHL (<http://www.aacn.org>), SciELO (<http://www.scielo.org>), e Scholar-Google (<http://www.scholar.google.com>), utilizou-se a combinação dos termos: exercício físico, envelhecimento, capacidade funcional, função cognitiva e cognitivo - motor. Além disso, foi conduzida uma busca manual em livros com teor científico relacionados ao envelhecimento, exercício físico, função cognitiva e psicomotricidade. A seguir foi realizada a análise crítica sobre os estudos encontrados na forma de texto descritivo sobre o referente assunto.

Revisão da Literatura

Envelhecimento, Exercício físico e Função Cognitiva

Está inerente ao envelhecimento humano declínios nas faculdades cognitivas e menores níveis de aptidão física. Nas últimas décadas o conceito de envelhecimento atribuído a idade cronológica gradualmente tem enfraquecido, conceitos mais dinâmicos tem sido introduzidos, como idade funcional, envelhecimento de sucesso ou envelhecimento ativo este último definido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como um processo de otimização das oportunidades para saúde, participação e segurança de modo a melhorar a qualidade de vida das pessoas à medida que envelhecem^{1,13}. Esse conceito amplo lançado pela OMS nos anos 90 do século XX em que toca a esfera do envelhecimento político, social, e a saúde coloca o desafio às sociedades modernas e ao indivíduo idoso na conquista de espaço, participação, cuidados e manutenção da saúde em que esta última traduz intimamente a independência e autonomia da pessoa idosa^{1,14}.

Uma medida comum para avaliar este designado estado funcional de independência e autonomia é através da capacidade de realização das atividades da vida diária que se estendem do mais simples, como locomoção, transferências funcionais como vestir/despir a condições mais complexas físicas/cognitivas designadas como atividades instrumentais da vida diária como a prática de tarefas domésticas, capacidade para utilização de transportes públicos/próprio, usar o telefone, tomar a medicação prescrita^{1,6}.

A literatura médica científica é unânime em enaltecer a pertinência de uma vida ativa fisicamente no processo de prevenção, recuperação e

manutenção da saúde do idoso colocando como atual desafio conduzir o idoso a compreensão, aceitação e mudança no estilo de vida, reforçando ainda a carências de estudos neste último aspecto¹⁵. A literatura científica das ciências da motricidade humana no campo do Envelhecimento tem dado especial importância a atividade física/exercício físico global do indivíduo idoso em que são explorados os mecanismos de resposta pelo exercício físico na condição funcional global, física e cognitiva, do idoso⁷. Entende-se por função cognitiva ou sistema funcional cognitivo as fases do processo de informação, como percepção, aprendizagem, memória, atenção, vigilância, raciocínio e solução de problemas^{1,16-19}. Além disso, o funcionamento psicomotor (tempo de reação, tempo de movimento, velocidade de desempenho) tem sido frequentemente incluído neste conceito²⁰⁻²³. Dado a um campo complexo e vasto da cognição alguns autores têm procurado estudar constructos teóricos abrangentes⁹. O declínio da capacidade cognitivo gera dificuldade na realização das atividades básica da vida diária^{9,24,25}. A inatividade física é mais comum no idoso que em qualquer outro grupo etário o que, lamentavelmente, pode contribuir para a perda da independência funcional na idade avançada²⁶. Evidências consistentes tem crescido de que o treino físico regular pode melhorar a força muscular, a capacidade aeróbia e equilíbrio, e atrasar o momento em que os adultos mais velhos precisam de auxílio para a sua gestão das atividades da vida diária^{27,28}. Além disso, um dos fatores relacionados com os estilo de vida que mais está incidindo é o exercício físico, que poderá estar implicado no atraso da deterioração cognitiva²⁹.

Progressivamente reconhece-se a pertinência em conhecer a interconexão entre as práticas de exercício físico e a função cognitiva e isto tem sido um foco de interesse científico em motricidade humana na última década. Há uma consistência de estudos prévios relacionados com a prática de exercício físico, independência funcional e melhoria na vitalidade cognitiva por meio de variados tipos de exercício físico e na variação dos parâmetros quantitativos do exercício (intensidade, duração e frequência) para identificar a relação de eficácia entre o tipo de exercício, a dose-resposta e a capacidade cognitiva^{25,30,31,32}.

A generalidade da literatura científica constata a eficácia da intervenção do exercício físico através dos programas convencionais da prescrição do exercício que utilizam as diferentes capacidades físicas condicionais e coordenativas sobre a função cognitiva-motora em idosos saudáveis. Por outro lado a literatura científica carece de estudos com utilização de programas que integrem atividades de função coordenativas desafiadoras e próximas as exigências motoras do dia-dia, ou seja o desafio da dupla-tarefa. Estudo prévio relata sobre a surpreendente escassez de intervenções longitudinais com utilização de exercícios desafiadores de coordenação neuromuscular, uma vez que estudos sobre o treino motor demonstram claramente que a complexidade

do movimento da tarefa e o envolvimento relacionado com o constructo da função executiva têm um forte impacto sobre a neuroplasticidade e, portanto, na função cognitiva^{32,33,34}. Ainda corroborando a este contexto a literatura reforça a pertinência em valorizar na sessão de prática de atividade física a similaridade dos processos mentais através de transferências de competências em que mobilizem o mesmo tipo de recursos mentais nas situações de treino que serão exigidas nas situações onde se pretendem transferir as melhorias, e.g., AVD, AIVD, participação em atividades recreativas^{1,35}. Esta afirmação é suportada por estudos que demonstram que o exercício caracterizado por movimentos repetitivos (e.g., caminhar, nadar, correr ...) é capaz de aumentar a densidade capilar cerebral sem alterações significativas no número de sinapses, enquanto o exercício caracterizado pela aprendizagem motora induz o aumento do número localizado do número de simpases^{36,37}. Nesse contexto interessa nessa revisão levar em consideração a caracterização sobre tipologias (programas), a ênfase dada as componentes físicas e a dose-resposta das práticas atualmente aplicadas nas sessões de intervenção assim como a eficácia sobre a função cognitivo-motora nos idosos saudáveis.

Caracterização dos programas de exercício físico e função cognitiva

A investigação tem demonstrado que o desempenho cognitivo de pessoas idosas (e.g., atenção e funções executivas) pode ser influenciado positivamente pela prática de exercício físico ou mental^{29,38-41}. No que representa o exercício físico os estudos prévios desenvolvidos na última década demonstram diferentes práticas de intervenção sustentadas pela hipótese do efeito positivo do exercício físico associado à função cognitiva. A hipótese principal é que o exercício físico afeta directamente as estruturas e funções do cérebro⁴².

A investigação centra-se em diferentes tipologias de intervenção prática de programas de exercício físico e função cognitiva, isto é: i) programas de exercício físico e respetiva eficácia sobre a função cognitiva; ii) programas designados como “Dual-Task”, em que o exercício físico é equacionado a habilidades cognitivas na mesma atividade, tarefa primária e secundária. A diversidade dos estudos encontrados permitem identificar as tendências metodológicas.

O Exercício Aeróbio e a Função Cognitiva

A hipótese da aptidão cardiovascular tem sido uma das mais apontadas como justificação para a associação positiva entre exercício físico e funcionamento cognitivo^{1,9}. O aumento da capacidade aeróbia aumenta o fluxo sanguíneo cerebral, melhorando a disponibilidade de oxigénio e utilização da glicose do cérebro, assim como o incremento da insulina, estimulando a neurogénese e aumentando as interconexões sinápticas⁴³⁻⁴⁸.

Foram encontrados vários estudos nesta última década que sustentam que são os ganhos obtidos na capacidade aeróbia e consequente melhoria da aptidão cardiovascular, os responsáveis pelas alterações positivas verificadas em diversas medidas de desempenho cognitivo^{49,50}. Os resultados de uma meta-análise de 18 estudos que investigaram a eficácia do exercício aeróbio concluiu que o treino físico pode melhorar a função cognitiva dos idosos³⁰.

Além disso, outros estudos prévios sustentaram que programas com exercício aeróbio pode retardar a progressão do declínio da função cognitiva e neural em idosos saudáveis^{51,52}.

No entanto, é de salientar que nem todos os resultados têm sido unânimes nesta matéria. Em estudo utilizando técnica de meta-análise não foi encontrada uma relação significativa entre a magnitude de melhoria da principal medida de aptidão cardio-respiratória (consumo máximo de oxigénio – VO_{2max}) e o nível de modificação da função neurocognitiva de pessoas idosas, apesar de constatar a existência de associações positivas entre a prática de exercício físico e performance cognitiva⁴⁵. Outros dois estudos com prospectiva “follow-up” não encontraram uma relação entre o desempenho cognitivo ou pioras relacionados com a quantidade de caminhada ou desporto^{53,54}. Apesar disso, há uma discrepância dos achados que encontram relações positivas e podemos encontrar vários estudos que associam positivamente o condicionamento cardio-respiratório com a cognição, especialmente em medidas de função como atenção, função executiva e visuo-espacial^{150,55,56}. Além de evidências constatadas em diversos estudos na última década que examinaram a relação entre a aptidão cardio-respiratória e a estrutura cerebral (neuroplasticidade) e a relação com a função cerebral (i.e. funções executivas, memória semântica) no envelhecimento do cérebro⁹.

Da generalidade dos programas que demonstraram resultados positivos sobre a função cognitiva em idosos fisicamente independentes acima dos 65 anos de idade de ambos os géneros utilizaram a prática aeróbia como única tarefa através do exercício da marcha numa frequência média de três vezes por semana entre 50-60 minutos/sessão e uma variação no tempo entre os 6 a 12 meses com nível moderado a vigoroso. Os mesmos salientam como preventivo a importância da inclusão de uma atividade aeróbia num nível moderado a vigorosa 5 vezes por semana por 30 minutos ou 150 minutos por semana ou marchas mais vigorosas num nível vigoroso 3 vezes por semana por 20 minutos ou 60 minutos por semana^{57,25}. As recomendações sugerem que existe melhores resultados cardio-respiratórios, e cognitivos quando a intensidade é de moderada a alta para alta aconselhando que cumpra-se entre 150 a 180min/semana. Ainda salientam sobre a relação dose-resposta do nível de intensidade leve, moderada a vigorosa e vigorosa associados com a idade cronológica. As evidências descrevem que quanto mais jovens 60-70 anos o níveis mais extenuantes são mais efetivos. Em termos gerais a literatura as-

segura que os resultados positivos sobre a função cognitiva são geralmente associados com uma intensidade vigorosa de atividade física. No entanto existem algumas controvérsias e poucos estudos demonstraram eficácia em pelo menos uma medida da função cognitiva²⁵. Com base nessas recomendações a questão que se coloca é:

<<Como são interpretadas intensidades moderadas e vigorosas na orientação do exercício aeróbico para pessoas idosas?>>

Elucidando a questão os autores descrevem dentro de uma perspectiva de saúde pública que é prudente existir uma dose-resposta efetiva e para tal sugerem²⁵:

Caminhada de intensidade moderada (4.8km/h) = 3,3 METS; 180min/semana = 630 – 810 kcal/sem.

Caminhada/cicloergómetro moderada a vigorosa (5.5 a 16km/h) = 4,2 METS; 150min/sem = 660 – 885 kcal/sem.

A literatura acresce que como função preventiva e de controle o treino aeróbico é considerado um meio efetivo para manter e melhorar as funções cardiovasculares e, portanto, o desempenho físico^{30,58,59}. Além disso, desempenha um papel fundamental na prevenção e tratamento de diversas doenças crônicas degenerativas, contribuindo para aumentar a expectativa de vida e manter a independência funcional²⁶. Ainda é convincente nas evidências que reduz o subsequente risco de demência e doença de Alzheimer em idosos saudáveis⁶⁰⁻⁶³. De facto, a aptidão cardio-respiratória guarda uma íntima relação com a autonomia, já que em todas as situações do cotidiano é necessário que se produza energia para o trabalho pretendido⁶⁴. Com base nesse contexto, retira-se que os programas de exercício físico para pessoas idosas deverão incluir exercícios aeróbicos como medida nuclear e que serão enriquecidos se as sessões acrescentarem práticas de dupla-tarefa (cognitivo-motor) como reforçam os autores a afirmarem que a dupla tarefa é parte integral do dia-a-dia de qualquer pessoa, portanto, seu treino deve ser enfatizado no processo de reabilitação/recuperação^{65,66}.

O Exercício de Força, Multicomponente e a Função Cognitiva

Emergem estudos apoiando a indicação para práticas com exercícios de resistência, consideram que tem benefícios similares a prática aeróbia sobre a plasticidade funcional do córtex cerebral, no entanto tem recebido pouca investigação⁶⁷⁻⁷⁰. Uma de revisão recente ao examinar três ensaios clínicos randomizados envolvendo exercícios de treino de resistência entre os ido-

sos relatou evidências de que o treino de resistência pode ter benefícios cognitivos explicados por mecanismos biológicos plausíveis. Acrescenta ainda outro benefício do treino de resistência ao estabelecer um papel importante na redução da morbidade entre os idosos ao moderar os efeitos deletérios multifatorial da sarcopenia que das suas sequelas incluem aumento de quedas e risco de fratura, bem como deficiência física⁷⁰.

Este interesse em alargar o conhecimento que o exercício tem demonstrado em ajudar a reduzir ou evitar a deterioração cognitiva em idosos emana o conhecimento na variedade das componentes da aptidão física de forma que diversos autores têm valorizado o treino de resistência e sua funcionalidade no que representa a efetividade, benefícios, mecanismos subjacentes do exercício de resistência e melhoria cognitiva bem como a prescrição do treino⁷¹. Uma meta-análise destacou que o maior benefício do exercício aeróbico na cognição ocorreu quando foi combinado com o treino de resistência muscular³⁰.

Outros estudos prévios com interesse na tipologia e dose-resposta demonstraram recentemente resultado comum entre o treino com exercícios de resistência e o treino de multicomponente (coordination/balance/strengthening/agility) em neutralizar as diminuições da função cognitiva relacionadas à idade^{32,34}. Noutro estudo realizado com mulheres idosas em que foi aplicada intervenção de 12 semanas de treino de resistência com frequência de uma e duas vezes por semana também mostrou benefícios na função executiva, atenção seletiva e resolução de conflitos nos dois tipos de frequência⁶⁸. No que representa a dose-resposta, nomeadamente a intensidade um estudo encontrado descreve que programas de exercícios resistidos de moderada e alta intensidade tem efeitos igualmente benéficos sobre o funcionamento cognitivo e estas em especificidade podem aumentar a performance^{71,72}.

Na variabilidade dos estudos descritos o treino de resistência destaca influência positiva na performance das funções executivas como melhoria na resolução de conflitos, atenção seletiva e que estas habilidades cognitivas estão intimamente relacionadas com a velocidade da marcha que na perspectiva clínica a melhoria da velocidade da marcha é um preditor de redução substancial da mortalidade^{32,67,68,73,74}.

De facto foram encontrados poucos estudos que fizessem referência sobre a prescrição do exercício de resistência muscular e multicomponente (coordenação, equilíbrio) e o efeito na função cognitiva. Essa constatação dessa escassez é referida por vários autores, já que estudos sobre treino motor demonstram claramente que a complexidade da tarefa, movimento e o envolvimento relacionados à função executiva têm um forte impacto sobre a neuroplasticidade e, portanto, em função^{32,67}. Da generalidade dos estudos prévios realizados com prática de resistência muscular conseguem demon-

strar resultados positivos sobre a função cognitiva com uma frequência semanal de duas vezes por semana, numa característica isolada do treino aeróbico ou combinada ao treino envolvendo entre 10 a 12 exercícios para os grande grupos musculares realizados em forma de circuito por três conjuntos de 8 a 10 repetições. Estes exercícios realizados em máquinas incluindo a extensão do joelho, flexão de joelho, lateral *pull-down*, prensa para o peito, exercícios de chão com pesos livres para bíceps, tríceps e deltóides, também para os membros inferiores (ou seja, *squats*, pisar), abdominais. Utilizaram 60% da 1RM (repetição máxima) nas duas primeiras semanas aumentando para 80% posteriormente ou utilizando uma referência entre 15 a 17 do esforço percebido. Utilizaram diretrizes referenciadas para orientação e prescrição dos exercícios de resistência^{26,32,75}. Esses resultados podem ser conferidos em estudos superiores a 3 meses^{32,68,70-72}. Ainda que pouco se constata todos os estudos que emergem sobre a componente do exercício físico com treino de resistência demonstram ser favoráveis para saúde física e cerebral do idoso.

Evidências também foram encontradas com programas de treino de multicomponente (MCT) em que poderá ser acrescentada ao treino aeróbico e/ou de resistência a prática de coordenação neuromuscular grossa e fina, equilíbrio, agilidade. Um estudo de 3 meses com prática MCT vs treino de Resistência constatou benefícios obtidos na função cognitiva executiva por ambas as práticas sugerindo que diferentes treinos podem chegar a mesmos benefícios por diferentes caminhos³². Outro desenho de estudo utilizando exercício cardiovascular e coordenação grossa e fina concluiu após 12 meses efetividade exibida na melhora a nível comportamental da função executiva e velocidade de percepção em que o treino cardiovascular foi associado a um aumento da ativação da rede sensório-motora e a coordenação a um aumento da ativação da rede visuo-espacial, esta última já demonstrada noutros estudos³⁴. Além disso tem sido sugerido que o treino da coordenação neuromuscular afeta positivamente as funções executivas, possivelmente através de mecanismos diferentes daqueles envolvidos no treino cardiovascular e de resistência^{32,34,76,77}. A corrente de estudos prévios com MCT destaca uma forte influência na habilidade da função executiva na ativação visuo-espacial, no processamento de informação, como também mencionada a atenção e memória. Esses resultados são possíveis de serem obtidos através de programas com duração superior a 3 meses com fortes evidências aos 12 meses em que a frequência ocorre entre 2 a 3 vezes por semana variando como complemento de programa desde os 15 minutos ou como treino específico entre os 50-70 minutos^{32,34,76,78}.

Como é descrito na literatura para além da aptidão cardio-respiratória, a aptidão física funcional inclui outras componentes (e.g., força muscular, coordenação, equilíbrio) as quais são promotoras para realização das atividades da vida diária de forma segura e independente e sem o estabelecimento de

fadiga^{1,6,65}. Acrescenta ainda a influência da prática físico-motora na prevenção das quedas, um dos problemas comuns em pessoas idosas^{1,79,80,81}.

Do que foi encontrado nos permite compreender que as sessões de práticas cognitivo-motor devem incluir tarefas que possibilitem o desenvolvimento da força muscular, do equilíbrio/agilidade, da coordenação, da flexibilidade e da composição corporal.

Programa Cognitivo-motor, Dupla-tarefa

Recentes são os estudos que se debruçam na prática integrada de tarefas físicas e cognitivas denominadas como *Dual-Task*. As intervenções cognitivo-motoras são intervenções que combinam a função cognitiva com a tarefa de exercício físico, por exemplo, força e equilíbrio juntamente com exercícios cognitivos para realização de exercícios de dupla-tarefa⁷.

Na busca de estudos com dupla-tarefa foi surpreendente a carência de trabalhos com idosos fisicamente independentes no campo da motricidade humana. Um estudo de revisão com pacientes com Parkinson descreveu nos seus achados um estudo em que comparou o desempenho de idosos saudáveis e com Parkinson em prática de dupla-tarefa verificando mais erros na concretização da tarefa por parte dos idosos com Parkinson. Porém concluíram que ambos melhoram o desempenho com a repetição, valorizando a inclusão desta tipologia de prática nos programas de recuperação/reabilitação⁸².

A grande maioria dos trabalhos encontrados e que destacam-se nessa revisão advém do campo das neurociências em neuro-biologia e neuro-psicologia em que procuram conhecer e explicar a neuroplasticidade estrutural e funcional através do exercício físico. Ainda assim são poucos os estudos com idosos saudáveis, por outro lado encontram-se evidências com idosos longevos, em pacientes com lesão cerebral e doença de Alzheimer mostrando pouca eficiência sobre o controle postural ou marcha durante a ação da tarefa cognitiva⁸³⁻⁸⁷.

Numa perspectiva preventiva e de promoção da independência, autonomia, segurança e saúde vários autores sugerem os procedimentos de dupla-tarefa em programas e na prevenção de quedas^{8,81,82,88,89,90}. A literatura também reforça sobre a associação entre o estado cognitivo e a função física em idosos, com isto pode ser dito que a habilidade da marcha e da cognição são importantes determinantes da independência e autonomia na idade avançada⁹¹. Um estudo prévio de revisão mostrou que diferentes estudos utilizando uma variedade de tarefas desde respostas de memória verbal até mais complexas, tais como matemáticas ou tarefas que envolvam controle visual ou motor procuraram avaliar os déficits relacionados ao envelhecimento em dupla tarefa em marcha⁹². Alguns estudos sugerem que a complexidade da tarefa associada à idade poderá apresentar déficits relacionados à idade, isto

é atribuído a capacidade central em processar os requisitos para caminhada e demandas cognitivas que diminui simultaneamente com a idade^{92,93}. Associado ao avançar da idade a literatura contemporânea ainda acresce o medo de cair com as mudanças da marcha e o papel do movimento dos olhos explicado pelo olhar e atenção no objeto de suas atividades o que indica que a atenção, olhos e movimentos do corpo estão intimamente interligados⁹².

Um dos constructos cognitivos mais explorados na associação entre as funções físicas e cognitivas nos idosos tem sido a função executiva. A função executiva é traduzida como um conjunto de habilidades cognitivas que são necessárias para planejar, organizar a informação, inibir respostas, monitorar e executar uma sequência de ações complexas dirigidas a objetivos, ou seja realiza a orquestração de diversos recursos mentais e a flexibilidade mental^{1,94,95}.

Diversos são os estudos que mostraram decréscimos da habilidade das funções executivas com o avançar da idade e esta relação nas atividades de dupla tarefa evidenciadas na capacidade da marcha e uma segunda tarefa^{91,96,97}. Um estudo prévio de revisão relata sobre o papel crucial das funções executivas e memória de trabalho levantando hipóteses de que é difícil para os idosos coordenarem dois fluxos de informação visual, um relacionado com o deslocamento através do espaço definido visualmente, e a exigência visualmente da segunda tarefa⁹². Como foi possível encontrar nessa revisão e sem menos importância a atenção e a velocidade comportamental ou de reação também tem sido o foco de interesse na variedade dos estudos^{73,83,86,90}.

Destaca-se um estudo de revisão que faz referência de 11 trabalhos datados entre o período de 1996-2011 sobre as evidências significativas do procedimento *Dual-Task* em idosos saudáveis em que a média das idades variaram entre 65-79 anos e que utilizaram a marcha como tarefa primária e diversas habilidades cognitivas como tarefa secundária (e.g. tarefas manuais, tempo de reação, habilidade visuo-espacial, tomada de decisão, tarefas aritméticas, contar para trás de 4-1, etc).⁹²

Em suma as evidências são demonstradas em dupla-tarefa utilizando como tarefa primária a marcha e associam a uma tarefa secundária cognitiva. As tarefas secundárias são diversificadas, se estendem desde resposta verbal e de memória até as mais complexas, tais como tarefas matemáticas ou tarefas que envolvam controle visual ou motor. O tipo de complexidade da habilidade cognitiva e da tarefa poderá comprometer os resultados esperados. A seleção da habilidade cognitiva a estimular e o nível de dificuldade da tarefa devem acordar com as características cronológicas e funcionais dos idosos.

Apesar de serem encontrados respostas estruturais cerebrais mesmo após 20 minutos do exercício de caminhada por aumento do aporte de oxigênio e utilização de glicose na função cerebral^{98,99}, respostas globais do benefício do exercício e sobre diferentes constructos cognitivos são possíveis de serem ob-

servados com este tipo de intervenção através de uma frequência semanal de duas a três vezes com 50-60 min por sessão após 12 semanas de intervenção^{1,92}. Salienta-se que os estudos com *dual-task* são recentes e pouco são explorados na rotina convencional dos programas de exercício físico com idosos embora no âmbito científico seja extremamente valorizado.

Novas perspectivas

De facto foi possível encontrar nessa revisão de literatura avanços positivos por diferentes “caminhos” a conduzirem ao mesmo fim. Destacam-se evidências científicas com uma variação de desenhos de estudos ao comprovarem a forte necessidade e tendência à implementação de programas de exercício físico com atuação global sobre a recuperação ou reabilitação das capacidades funcionais físicas e cognitivas das pessoas idosas^{3,7,9,17,25}. Na atualidade temos o reconhecimento do exercício físico pela comunidade científica, médica e civil, como recuperador, promotor e preventivo à saúde bem esclarecido devido as diversas evidências sustentadas nas últimas décadas^{2,3,5,15,17,25,27}. Nesse sentido as ciências da saúde tem procurado explorar e dar avanços ao conhecimento do impacto e influência do exercício físico, assim a literatura tem se voltado para um outro ponto que tem vindo a ganhar mais atenção, tem a ver com a contribuição da prática do exercício físico na capacidade de resposta do indivíduo perante exigências motoras das tarefas do dia a dia¹.

A diversidade de estudos aqui explorados confirmam que o treino físico beneficia não só a aptidão física mais também a função executiva, atenção, memória, velocidade comportamental (reação), habilidades visuo-espacial e sugerem que diferentes tipos de treino poderão atingir tais benefícios através de diferentes formas de aplicação^{9,16,22,30,38,40,57}.

Apesar dessa constatação ainda assim tem sido dado crédito aos programas que atuam em conjunto com tarefas primárias seguidas de tarefas secundárias vulgo “dupla-tarefa”. No sentido de visionar as novas tendências ou perspetivas nesse campo da gerontologia preventiva ainda vale acrescentar sobre as questões de tipologia de treino mais adequado as pessoas idosas ao mencionar um trabalho que comparou vários programas de treino sobre o funcionamento cognitivo de pessoas idosas mostrando que entre diferentes tipos de treino como aeróbico isolado, mental isolado e misto (aeróbico + mental) concluiu-se que o treino misto obteve melhores resultados em medidas de funcionamento cognitivo quando comparado com aqueles que realizaram apenas o treino aeróbico, o treino mental ou ao grupo controle¹⁰⁰.

Os mecanismos que estão na base das alterações parecem diferir dependendo da intervenção. Dada a exposição do contexto desta revisão tem forte interesse em que os programas cognitivo-motor integrem tarefas *dual-task* nas sessões.

Outro ponto a valorizar tem a ver com tempo de intervenção. Os programas devem ser de longo prazo num mínimo de 3 meses de forma a evitar o descaso dos benefícios do exercício físico e claro que deverão ser encorajados a serem mantidos como hábito/estilo de vida.

De facto também é esperado que surjam mais investigações nesse âmbito por parte da área da motricidade humana com objetivos mais específicos às tipologias, volume de programas, dose-resposta, desenho de sessão adequados as obtenções de respostas físicas e cognitivas visto que o campo das neurociências médicas e psicológicas tanto tem contribuído para o conhecimento do impacto do exercício físico sobre as capacidades funcionais cognitivas no processo de envelhecimento saudável e patológico.

Assim, médicos, educadores físicos devem incentivar e orientar seus clientes a realizar um programa baseado em exercício aeróbio, treino de força-resistência e multicomponentes (e.g. equilíbrio, coordenação, etc), e habilidades cognitivas não só para a *saúde física*, mais também por causa dos benefícios à *saúde do cérebro*.

Conclusões dos autores

Conclui-se que diferentes tipologias de programas se adequam a população de idosos fisicamente independentes considerando a idade e condição funcional. O exercício aeróbio tem função nuclear nas intervenções seguido do exercício de força-resistência, coordenação, equilíbrio e flexibilidade. Dá-se pertinência aos exercícios aeróbicos estarem incluídos nas sessões em função do efeito que causa não só a nível preventivo e funcional cardiovascular mais por sustentar a difundida hipótese cardiovascular associada a neuroplasticidade estrutural e funcional cerebral. Valoriza-se a integração de tarefas cognitivas utilizando recursos das funções executivas, atenção e a velocidade comportamental conjugadas a uma tarefa primária de exercício físico, como a caminhada. No essencial programas que utilizem dupla-tarefa são altamente encorajados na prática convencional de forma assegurar a manutenção dessas qualidades, prolongando a independência funcional e melhorando a qualidade de vida da pessoa idosa.

Referências bibliográficas

1. Marmeleira, J. (2016). *Envelhecimento, motricidade e capacidade funcional. Para uma ponte entre a ciência e a prática em gerontomotricidade*. Rio de Janeiro: (eds). WAK, (in press).
2. Coelho, C. F. & Burini, R. C. (2009). Atividade física para prevenção e tratamento das doenças crônicas não transmissíveis e da incapacidade funcional. *Rev. Nutr.* 22 (6), 937-946.
3. Chou C. H. H., wang C. L., Wu Y. T. (2012). Effect of exercise on physical function, daily living activities, and quality of life in the frail older adults: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 93(2), 237-44.
4. Tschopp, M., Sattelmayer, M. K., Hilfiker, R. (2011). Is power training or conventional

resistance training better for function in elderly persons? A meta-analysis. *Age Ageing*. 40(5), 549-56.

5. Terra, N., Oppermann R., Terra, Pedro. (2010). *Doenças geriátricas & exercícios físicos* [recurso eletrônico] /. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: EDIPUCRS.
6. Rikli, R.E., & Jones, C.J. (1999). Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J Aging Phys Act* 7:129-161.
7. Giuseppe, P., Peter, W., Kurt, M., Eling, D. B. (2011). Cognitive and cognitive-motor interventions affecting physical functioning: A systematic review. *BMC Geriatrics* 11:29.
8. Pellecchia, G. L.(2005). Dual-task training reduces impact of cognitive task on postural sway. *J Mot Behav* 37(3), 239-246.
9. Hayes, S. M., Hayes, J. P., Cadden, M., Verfaellie, M. (2013). A review of cardiorespiratory fitness-related neuroplasticity in the aging brain. *Frontiers in Aging Neuroscience* doi:10.3389/fnagi.00031.
10. Suzuki, T., Shimada, H., Makizako, H., Doi, Takehiko., Yoshida, Daisuke., Tsutsumimoto, K., *et al.* (2012). Effects of multicomponent exercise on cognitive function in older adults with amnesic mild cognitive impairment: a randomized controlled trial. *BMC Neurology* 12:128.
11. Christiaan, G. B., Erik, J. A. S., Martijn, B. W., Tibor H. gyi., Wiebo H. B., Reint H. G., *et al.* (2013). Physical Predictors of Cognitive Performance in Healthy Older Adults: A Cross-Sectional Analysis. *PLOS ONE* 8(7), e70799.
12. Fonseca, V. (2009). *Psicomotricidade: filogênese, ontogênese e retrogênese*. Rio de Janeiro: (eds). WAK.
13. World Health Organization.(2002). *Active ageing: a policy framework: World Health Organization*.
14. Ano Europeu do Envelhecimento Ativo e da Solidariedade entre Gerações. (2012). Programa de Ação. Portugal.
15. Taylor D. (2014). Physical activity is medicine for older adults. Review. *Postgrad Med J* 90:26–32. doi:10.1136.
16. Pressler, S. J., Jinshil, K., Riley, P., Ronis, D., Gradus-Pizlo, I. (2010). Memory dysfunction, psychomotor slowing, and decreased executive dysfunction predict mortality in patients with heart failure and low ejection fraction. *J Card Fail* 16:750-760.
17. Keysor, J. J. (2003). Does late-life physical activity or exercise prevent or minimize disablement? A critical review of the scientific evidence. *American Journal of Preventive Medicine* 25(3S2): 129-136.
18. Smith, R.G., Betancourt, L., Sun, Y.X. (2005). Molecular endocrinology and physiology of the aging centra nervous system. *Endocrine Reviews*. 26(2): 203-250.
19. Grady C. (2012). The cognitive neuroscience of ageing. *Nat Rev Neurosci*. 13(7): 491-505.
20. Birren, J. E., & Renner, V. J. (1977). Research on the psychology of aging: Principles and experimentation. In Birren, J. E. And Schaie, K. W. E. (Eds.), *Handbook of the psychology of aging* (pp.3-38). New York: Van Nostrand Reinhold.
21. Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychol Review* 103:403.
22. Edwards, J. D., Wadley, V. G., Vance, D. E., Wood, K., Roenker, D. L., & Ball, K. K. (2005). The Impact of speed of processing training on cognitive and everyday performance. *Aging Ment Health* 9:262-71.
23. Wolinsky, F. D., Unverzagt, F. W., Smith, D. M., Jones, R., Stoddard, A., & Tennstedt, S. L. (2006). The ACTIVE Cognitive training trial and health-related quality of life: protection that lasts for 5 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 61:1324-9.
24. Abou-Dest, A., Albinet, C. T., Boucard, G., Audiffren, M. (2012). Swimming as a Positive Moderator of Cognitive Aging: A Cross-Sectional Study with aMultitask Approach. *Journal of Aging Research*, Article ID 273185, doi:10.1155/2012/273185.
25. Paterson, D. H. & Warburton D. E. R. (2010). Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's Physical Activity Guidelines.

- Review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 7:38.
26. American College of Sports Medicine. (2004). Physical activity programs and behavior counseling in older adult populations. *Med Sci Sports Exerc* 36: 1997-2003.
27. Sherrington, C., Whitney, J. C., Lord, S. R., Herbert, R. D., Cumming, R. G., Close, J. C. (2008). Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc* 56 (12), 2234-2243.
28. Pereira, C. L., Fernandes, J., Raimundo, A., Biehl-Printes, C., Marmeleira, J., Tomas-Carus, P. (2015). *Increased Physical Activity and Fitness above the 50th Percentile Avoid the Threat of Older Adults Becoming Institutionalized: A Cross-sectional Pilot Study*. *Rejuvenation Res*. [Epub ahead of print].
29. Snowden, M., Steinman, L., Mochan, K., Grodstein, F., Prohaska, T. R., Thurman, D. J., et al. (2011). Effect of exercise on cognitive performance in community-dwelling older adults: review of intervention trials and recommendations for public health practice and research. *J Am Geriatr Soc* 59: 704-16.
30. Colcombe, S., & Kramer, A. F. (2003). Fitness Effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Sci* 14:125-30.
31. Etnier J. L. (2009). Physical activity programming to promote cognitive function: are we ready for prescription? In: Chodzko-Zajko W, Kramer AF, Poon LW, editors. *Enhancing Cognitive Functioning and Brain Plasticity*. Champaign, IL: Human Kinetics; 159–176.
32. Forte, R., Boreham, C. A. G., Leite J. C., De Vito, G., Brennan, L., Gibney, E. R., et al. Caterina Pesce. (2013). Enhancing cognitive functioning in the elderly: multicomponent vs resistance training. *Clinical Interventions in Aging* 8: 19–27.
33. Carey, J. R., Bhatt, E., Nagpal, A. (2005). Neuroplasticity promoted by task complexity. *Exerc Sport Sci Rev*. 33(1), 24–31.
34. Voelcker-Rehage, C., Godde, B., Staudinger, U.M. (2011). Cardiovascular and coordination training differentially improve cognitive performance and neural processing in older adults. *Frontiers in Human Neuroscience*. 5: article 26. doi: 10.3389.
35. Magill, R. (2003). *Motor Learning and control, concepts and applications* (7th ed.). New York: McGraw-Hill.
36. Black, J.E., Isaacs, K.R., Anderson, B.J., Alcantara, A.A., & Greenough, W.T. (1990). Learning causes synaptogenesis, whereas motor activity causes angiogenesis, in cerebellar cortex of adult rats. *Proc Natl Acad Sci USA* 87:5568-72.
37. Kleim, J. A., Vij, K., Ballard, D. H., & Greenough, W. T. (1997). Learning-dependent synaptic modifications in the cerebellar cortex of the adult rat persist for at least four weeks. *J Neurosci* 17: 717-21.
38. Roth, D. L., Goode, K. T., Clay, O. J., & Ball, K. K. (2003). Association of physical activity and visual attention in older adults. *J Aging Health* 15: 534-47.
39. Liu-Ambrose, T., Nagamatsu, L. S., Graf, P., Beattie, B. L., Ashe, M. C., Handy, T. C. (2010). Resistance training and executive functions: a 12-month randomized controlled trial. *Arch Intern Med*.170 (2):170–178.
40. Bherer, L., Erickson, K. I., Liu-Ambrose, T. (2013). A Review of the Effects of Physical Activity and Exercise on Cognitive and Brain Functions in Older Adults. *Journal of Aging Research*. Article ID 657508. doi.org/10.1155/2013/657508.
41. Kueider, A. M., Parisi, J. M., Gross, A. L., Rebok, G. W. (2012). Computerized Cognitive Training with Older Adults: A Systematic Review. *PLOS ONE*. 7: e40588.
42. Franco-Martín, M., Parra-Vidales, E., González-Palau, F., Bernate-Navarro, M., Solis, A. (2013). Influencia del ejercicio físico en la prevención del deterioro cognitivo en las personas mayores: revisión sistemática. *Rev Neurol* 56 (11), 545-554.
43. Archer T. (2011). Physical exercise alleviates debilities of normal aging and Alzheimer's disease. *Acta Neurol Scand* 123: 221-38.
44. van Boxtel, M. P., Paas, F. G., Houx, P. J., Adam, J. J., Teeken, J. C., & Jolles, J. (1997).

Aerobic capacity and cognitive performance in a cross-sectional aging study. *Med Sci Sports Exerc* 29:1357-65.

45. Etnier, J. L., Nowell, P. M., Landers, D. M., & Sibley, B. A. (2006). A meta-regression to examine the relationship between aerobic fitness and cognitive performance. *Brain Res Rev* 52:119-30.
46. Endres, M., Gertz, K., Lindauer, U., Katchanov, J., Schultze, J., Schrock, H. et al. (2003). Mechanisms of stroke protection by physical activity. *Ann Neurol* 54:582-90.
47. Vaynman, S., Ying, Z., & Gomez-Pinilla, F. (2004). Hippocampal BDNF mediates the efficacy of exercise on synaptic plasticity and cognition. *Eur J Neurosci* 20:2580-90.
48. Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Scalf, P. E., Kim, J. S., Prakash, R., McAuley, E. et al. (2006). Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 61:1166-70.
49. Hillman CH, Erickson KI, Kramer A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci*. 9(1): 58-65.
50. Colcombe, S.J., Kramer, A.F., Erickson, K.I., et al. (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 101: 3316-21.
51. Rovio, S., Kareholt, I., Helkala, E. L., Viitanen, M., Winblad, B., Tuomilehto, J., et al. (2005). Leisure-time physical activity at midlife and the risk of dementia and Alzheimer's disease. *Lancet. Neurol.* 4,705-711. doi: 10.1016/S1474-4422 (05) 70198-8.
52. Foster, P. P., Rosenblatt, K. P., and Kuljis, R. O. (2011). Exercise - induced cognitive plasticity, implications for mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Front. Neurol.* 2:28. doi: 10.3389/fneur.2011.00028.
53. Broe G., Creasy H., Jorm A., Bennett H., Casey B., Waite L., Grayson D., Cullen J. (1998). Health habits and risk of cognitive impairment and dementia in old age: a prospective study on the effects of exercise, smoking, and alcohol consumption. *Aust N Z J Public Health* 22:621-623.
54. Verghese, J., LeValley, A., Derby, C., Kuslansky, G., Katz, M., Hall, C., Buschke, H., Lipton, R. (2006). Leisure activities and the risk of amnesic mild cognitive impairment in the elderly. *Neurology* 66:821-827
55. Barnes, D.E., Yaffe, K., Satariano, W.A., Tager, I.B. (2003). A longitudinal study of cardio-respiratory fitness and cognitive function in healthy older adults. *J Am Geriatr Soc* 51:459-65.
56. Godde, B., & Voelcker-Rehage, C. (2010). More automation and less cognitive control of imagined walking movements in high versus low-fit older adults. *Front. Aging Neurosci.* 2:139. doi: 10.3389/fnagi.2010.00139
57. Ruscheweyh, R., Willemer, C., Kruger, K., Duning, T., Warnecke, T., Sommer, J., et al. (2011). Physical activity and memory functions: an interventional study. *Neurobiol Aging* 32: 1304-19.
58. Angevaren, M., Aufdemkampe, G., Verhaar, H.J., Aleman, A., Vanhees, L. (2008). Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *Cochrane Database Syst Rev*. 16:(2), CD005381.
59. Chou, C.H., Whang, C.L., Wu, Y.T. (2012). Effect of exercise on physical function, daily living activities, and quality of life in the frail older adults: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 93(2), 237-244.
60. Podewils, L., Guallar, E., Kuller, L., Fried, L., Lopez, O., Carlson, M., et al. (2005). Physical activity, APOE genotype, and dementia risk: findings from the Cardiovascular Health Cognition Study. *Am J Epidemiol* 161:639-651.
61. Larson, E., Wang, L., Bowen, D., McCormick, W., Teri, L., Crane, P., Kukull, W. (2006). Exercise is associated with reduced risk for incident dementia among persons 65 years of age and older. *Ann Intern Med* 144:73-81.
62. Laurin, D., Verreault, R., Lindsay, J., MacPherson, K., Rockwood, K. (2001). Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons. *Arch Neurol* 58:498-504.

63. Lindsay, J., Laurin, D., Verreault, R., Hebert, R., Helliwell, B., Hill, G., McDowell, I. (2002). Risk factors for Alzheimer's disease: a prospective analysis from the Canadian Study of Health and Aging. *Am J Epidemiol* 156:445-453.
64. Mattos, M. & Farinattartigo, P. (2007). Influência do treino aeróbio com intensidade e volume reduzidos na autonomia e aptidão físico-funcional de mulheres idosas. *Rev Port Cien Desp* 7(1), 100-108.
65. Teixeira, N.B. & Alouche, S.R. (2007). O desempenho da dupla tarefa na Doença de Parkinson. *Rev Bras Fisioter* 11 (2), 127-132.
66. Baker, K., Rochester, L., J. N., Hallet, M. (2007). Motor skill learning in Parkinson's Disease. *Arch Phys Med Rehabil* 88 (12), 1593-1600.
67. Voss, M.W., Nagamatsu, L. S., Lui-Ambrose, T., Kramer, A. F. (2011). Exercise, brain, and cognition across the life span. *J Appl Physiol*. 11(5), 1505-1513.
68. Liu-Ambrose, T., Nagamatsu, L. S., Peter Graf, M. A., Beattie, B. L., Ashe, M. C. *et al.* (2010). Resistance Training and Executive Functions: A 12-Month Randomised Controlled Trial. *Arch Intern Med*. 25:170(2), 170-178.
69. Liu-Ambrose, T., Nagamatsu, L. S., Voss, M. W., Khan, K. M., Handy, T. C. (2012). Resistance training and functional plasticity of the aging brain: a 12-month randomized controlled trial. *Neurobiol Aging*. 33(8), 1690-1698.
70. Liu-Ambrose, T. & Donaldson, M. G. (2009). Review: Exercise and cognition in older adults: is there a role for resistance training programmes? *Br J Sports Med*. 43:25-7.
71. Chang, Y.K., Pan, C.Y., Chen, F.T., Tsai, C.L., Huang, C.C. (2012). Effect of resistance-exercise training on cognitive function in healthy older adults: a review. *J Aging Phys Act*. 20(4), 497-517.
72. Cassilhas, R.C., Viana, V.A., Grassmann, V., et al. (2007). The impact of resistance exercise on the cognitive function of the elderly. *Med Sci Sports Exerc*. 39:1401-7.
73. Soumaré A, Tavernier B, Alperovitch A, Tzourio C, Elbaz A. (2009). A Cross-Sectional and Longitudinal Study of the Relationship Between Walking Speed and Cognitive Function in Community- Dwelling Elderly People. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 64(10), 1058-65. doi: 10.1093
74. Hardy, S.E., Perera, S., Roumani, Y.F., Chandler, J.M., Studenski, S.A. (2007). Improvement in usual gait speed predicts better survival in older adults. *J Am Geriatr Soc*. 55:1727-34.
75. Baker, M.K. (2007). Atlantis E, Fiatarone Singh MA. Multi-modal exercise programs for older adults. *Age Ageing*. 36(4), 375-381.
76. Yan, J.H. & Zhou, C.L. (2009). Effects of motor practice on cognitive disorders in older adults. *Eur Rev Aging Phys Act*. 6(2), 67-74.
77. Smith, J., and Baltes, P. B. (1999). Trends and profiles of psychological functioning in very old age, in *The Berlin Aging Study*, eds P. B. Baltes and K. U. Mayer. New York: Cambridge University Press, 197-226.
78. Taguchi, N., Higaki, Y., Inoue, S., Kimura, H., Tanaka, K. (2010). Effects of a 12-month multicomponent exercise program on physical performance, daily physical activity, and quality of life in very elderly people with minor disabilities: an intervention study. *J Epidemiol*. 20(1), 21-29.
79. Tschopp, M., Sattelmayer, M.K., Hilfiker, R. (2011). Is power training or conventional resistance training better for function in elderly persons? A meta-analysis. *Age Ageing*. 40(5), 549-56.
80. Angevaren, M., Aufdemkampe, G., Verhaar, H.J., Aleman, A., Vanhees, L. (2008). Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *Cochrane Database Syst Rev*. 16:(2), CD005381.
81. Robertson, M.C., Gillespie, L.D. (2013). Fall prevention in community-dwelling older adults. *JAMA*. 309(13):1406-7.
82. Soares, G.S. & Peyré, L.A. (2010). Parkinson's disease and physical exercise: a literature

- review. *Ciência em Movimento*. 24: 69-83.
83. Brown, L.A., Shumway-Cook, A., Woollacott, M.H. (1999). Attentional demands and postural recovery: the effects of aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 54(4), M165-171.
84. Maylor, E.A., Allison, S., Wing, A.M. (2001). Effects of spatial and nonspatial cognitive activity on postural stability. *Br J Psychol* 92 Part 2:319-338.
85. Haggard, P., Cockburn, J., Cock, J., Fordham, C., Wade, D. (2000). Interference between gait and cognitive tasks in a rehabilitating neurological population. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 69(4), 479-486.
86. McCulloch K. (2007). Attention and dual-task conditions: physical therapy implications for individuals with acquired brain injury. *J Neurol Phys Ther*. 31(3), 104-118.
87. Camicioli, R., Howieson, D., Lehman, S., Kaye, J. (1997). Talking while walking: the effect of a dual task in aging and Alzheimer's disease. *Neurology* 48(4), 955-958.
88. Vaillant, J., Vuillerme, N., Martigné, P., Caillat-Miosse, J. L., Parisot, J., Nougier, V., Juvin, R. (2006). Balance, aging, and osteoporosis: effects of cognitive exercises combined with physiotherapy. *Joint Bone Spine*. 73(4), 414-8.
89. Silsupadol, P., Shumway-Cook, A., Lugade, V., van Donkelaar, P., Chou, L. S., Mayr, U., *et al.* (2009). Effects of single-task versus dual-task training on balance performance in double-blind, randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 90(3), 381-7.
90. Pesce, C., Cereatti, L., Casella, R., Baldari, C., Capranica, L. (2007). Preservation of visual attention in older expert orienteers at rest and under physical effort. *J Sport Exerc Psychol*, 29:78-99.
91. Coppin, A. K., Shumway-Cook, A., Saczynski, J. S., Patel, K. V., Ble, A., Ferrucci, L., Guralnik, J. M. (2006). Association of executive function and performance of dual-task physical tests among older adults: analyses from the In Chianti study, *Age Ageing*. 35(6), 619-624.
92. Beurskens, R., & Bock, O. (2012). Age-Related De-cits of Dual-Task Walking: A Review. *Neurol Plast*. 2012: Article ID:131608.
93. Vaughan, L. & Giovanello, K. (2010). Executive function in daily life: Age-related influences of executive processes on instrumental activities of daily living. *Psychol Aging*. 25(2), 343-355.
94. Royall, D., Lauterbach, E.C., Cummings, J.L., *et al.* (2002). Executive control function: a review of its promise and challenges for clinical research. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci* 14:377-405.
95. Ball, K., Wadley, V., Vance, D., & Edwards, J. (2004). Cognitive skills: training, maintenance, and daily usage. In Spielberg, C. (Ed.), *Encyclopedia of Applied Psychology* (pp.387-392): Elsevier Science.
96. Royall, D.R., Palmer, R., Chiodo, L.K., *et al.* (2004). Declining executive control in normal aging predicts change in functional status: the Freedom House Study. *J Am Geriatr Soc* 52:346-52.
97. Brennan, M., Welsh, M.C., Fisher, C.B. (1997). Aging and executive function skills: an examination of a community-dwelling older adult population. *Percept Mot Skills* 84:1187-97.
98. Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Raz, N., Webb, A. G., Cohen, N. J., McAuley, E., *et al.* (2003). Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 58(2), 176-180.
99. Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Scalf, P. E., Kim, J. S., Prakash, R., McAuley, E., *et al.* (2006). Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61 (11), 1166-1170.
100. Fabre, C., Chamari, K., Mucci, P., Masse-Biron, J., & Prefaut, C. (2002). Improvement of cognitive function by mental and/or individualized aerobic training in healthy elderly subjects. *Int J Sports Med* 23:415-21.